

Matthías Oddgeirsson, Agnar Steinarsson og Björn Björnsson

# Mat á arðsemi sandhverfueldis á Íslandi

Grindavík 2000

---

---

## Efnisyfirlit

Formáli .....	5
1. Inngangur .....	7
2. Veiðar og eldi á sandhverfu.....	7
3. Verðþróun á sandhverfu.....	8
4. Vangaveltur um samkeppnishæfni á Íslandi .....	9
5. Rök fyrir sandhverfueldi á Íslandi.....	11
6. Forsendur arðsemisútreikninga .....	12
7. Niðurstöður arðsemisútreikninga .....	14
8. Þörf fyrir rannsóknir .....	17
9. Töflur .....	19
10. Heimildaskrá .....	23

---



## Formáli

Á þessu ári eru 12 ár liðin síðan Tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunarinnar á Stað við Grindavík tók til starfa. Fyrstu árin var aðaláherslan lögð á að kanna kjöraðstæður til matfiskeldis á lúðu. Síðari árin hefur megináherslan verið lögð á líffræðilegar rannsóknir á þorski, einkum varðandi klak, seiðaeldi og matfisk. Einnig hafa farið fram í stöðinni árangursríkar tilraunir með fjölgun á sæeyrum og sandhverfu, auk tilrauna með ýmsar tegundir, svo sem: ígulker, steinbít, ýsu, þykkvalúru og skarkola.

Á síðasta ári var lokið við skýrslu um stefnumörkun fyrir Tilraunaeldisstöðina. Í henni var einkum mælt með að leggja áherslu á rannsóknir er varða lúðu, þorsk og jafnframt sandhverfu. Til að geta staðið betur að rannsóknum á sandhverfu var talið nauðsynlegt að útvega heitt vatn ásamt því að auka rými til tilrauna. Áður en ráðist yrði í framkvæmdir var ákveðið að kanna betur hagkvæmni og samkeppnisstöðu sandhverfueldis við íslenskar aðstæður.

Skýrsla þessi kynnir niðurstöður arðsemismats á arðsemi sandhverfueldis á Íslandi. Niðurstöðurnar benda til þess að sandhverfueldi geti orðið arðbært við bestu aðstæður á Íslandi. Við gerð skýrslunnar var leitað aðstoðar ýmissa aðila. Þeir Erlendur Jónsson hjá RANNÍS, Dr. Ingjaldur Hannibalsson, prófessor við HÍ og Guðmundur Pálsson hjá Hafrannsóknastofnuninni, voru fengnir til að gera athugasemdir við skýrsluna. Þeim eru færðar þakkir fyrir góðar ábendingar sem reynt var að taka tillit til við endurskoðun skýrslunnar. Þá er þeim fjölmörgu sem gáfu upplýsingar um kostnaðaráætlanir við einstaka þætti þakkað þeirra framlag. Vonast er til að skýrslan geti orðið innlegg við stefnumótun í fiskeldi á Íslandi.

---



## 1. Inngangur

Í skýrslu um stefnumörkun fyrir Tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunarinnar, sem gerð var árið 1999, var lagt til að sandhverfa yrði áherslutegund í eldisrannsóknnum næstu árin. Rétt þótti að kanna arðsemi og leggja lauslegt mat á samkeppnishæfni sandhverfueldis á Íslandi áður en ráðist yrði í umfangsmiklar rannsóknir í Tilraunaeldisstöðinni. Varast skal þó að líta á skýrsluna sem einhvern endanlegan dóm um möguleika á sandhverfueldi á Íslandi. Skýrslan er fyrst og fremst skrifuð til upplýsingar fyrir stjórnvöld og þá einstaklinga sem kunna að hafa áhuga á því að hefja sandhverfueldi. Einnig er vonast til þess að skýrslan geti orðið innlegg í stefnumótun í íslensku fiskeldi.

Árið 1992 hóf Tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunarinnar söfnun á lifandi sandhverfu í samvinnu við sjómenn. Árlega hefur verið safnað 5-20 sandhverfum og hrygningarstofn stöðvarinnar telur nú um 70 fiska. Tilraunir með seiðaframleiðslu hafa nú staðið í nokkur ár. Árið 1995 tókst að framleiða 20 seiði, árið 1998 um 1.500 seiði og árið 1999 um 10.000 seiði. Um þessar mundir er verið að dreifa meirihluta þessara seiða til íslenskra eldisstöðva. Vonir standa til þess að á næstu árum muni verða veruleg aukning í seiðaframleiðslu Tilraunaeldisstöðvarinnar. Einnig má geta þess að fyrirtæki á Tálknafirði hefur hafið innflutning á sandhverfuhrognum frá Frakklandi. Töluverður áhugi virðist vera fyrir sandhverfueldi á Íslandi og mikilvægt er að hægt verði að anna eftirspurn íslenskra eldisfyrirtækja eftir sandhverfuseiðum.

## 2. veiðar og eldi á sandhverfu

Sandhverfa (*Scophthalmus maximus* (L.)) er flatfiskur sem veiðist allt frá Mðjarðarhafi í suðri til Noregsstranda í norðri. Helstu veiðipjóðir eru Norðmenn, Danir, Þjóðverjar, Hollendingar, Belgar, Bretar og Spánverjar. Heildarveiði nam um 10.000 tonn um ári á tímabilinu 1988-1995. Sandhverfa er sjaldgæfur fiskur við Ísland og árlega veiðast innan við hundrað fiskar hér við land.

Sandhverfan getur náð 100 sm lengd og 25 kg þyngd en verður sjaldan lengri en 60-70 sm (Gunnar Jónsson 1992). Það er meira en ein öld síðan það tókst að frjóvga og klekja út sandhverfuhrognum í fyrsta sinn (Albert Imsland 1997) en eiginlegar eldisrannsóknir hófust ekki fyrr en eftir 1970 en þá voru gerðar margar tilraunir í Bretlandi, Frakklandi, Noregi og á Spáni. Við kjörhitastig (13-18°C) nær sandhverfan markaðsstærð á 2-3 árum. Matfiskurinn er markaðssettur á bilinu 0,5-3,0 kg en algengasta markaðsstærðin á eldissandhverfu er í kringum 1,5 kg.

Matfiskeldi á sandhverfu hófst í Evrópu fyrir 10-20 árum og eftir hæga byrjun jókst framleiðslan hratt frá 1984 til 1995. Undanfarin 5 ár hefur eldisframleiðslan hins vegar náð jafnvægi í kringum 3.000 tonn á ári (tafla 1).

Tafla 1. Framleiðsla á eldissandhverfu í Evrópu (tonn/ár).

Land	1990 <sup>1</sup>	1991 <sup>1</sup>	1992 <sup>1</sup>	1993 <sup>1</sup>	1994 <sup>1</sup>	1995	1996	1997	1998	1999
Spánn	640	826	1.626	1.675	1.800	2.010	1.890	2.225	<2.000	
Frakkland	15	100	100	250	300	800	850	950	<1.000	
Danmörk	0	0	0	0	0	5	80	90	<100	
Noregur	0	2	2	2	2	50	30	55	<100	
Portúgal	0	0	0	0	0	82	?	?	?	
Bretland	0	0	0	0	0	0	5	<5	<100	
Þýskaland	0	1	0	0	0	0	?	2	?	
Írland	0	0	0	0	0	0	32	?	<100	
Holland	0	0	0	0	0	11	0	?	?	
Alls	670	929	1.728	1.927	2.102	2.944 <sup>2</sup>	2.880 <sup>2</sup>	3.118 <sup>2</sup>	2.704 <sup>2</sup>	3.450 <sup>2</sup>

Infofish 3/1995<sup>1</sup>, Anon. 1997, Anon. 1998, Anon. 1999, www.feap.org<sup>2</sup>.

Seiðaframleiðslan hefur einnig náð jafnvægi í kringum 4 milljónir seiða á ári og skiptist þannig að árið 1996 framleiddu Frakkar 2.000.000 seiða, Spánverjar 850.000, Danir 750.000, Norðmenn 210.000 og Bretar 100.000 seiði (Anon. 1997). Spánverjar keyptu talsvert af sandhverfuseiðum frá Frakklandi, Noregi og Danmörku.

Spánverjar og Frakkar framleiða samanlagt um 85% af matfiskinum, þar af framleiða Spánverjar 2/3 og Frakkar þriðjung. Vöxturinn í matfiskeldinu hefur verið hægur í samanburði við t. d. hjá barra (sea bass) og brama (sea bream) en á síðasta ári náði framleiðsla þessara tegunda um 80.000 tonnum (www.feap.org). Að hluta til kann skýringin að vera sú að matfiskeldi á barra og brama fer fram í sjókvíum í Miðjarðarhafi en sandhverfa er alin í strandeldi. Stofn- og rekstrarkostnaður í strandeldi er mun meiri en í kvíaelði og því hefur síður verið lagt í að byggja slíkar stöðvar. Þá má nefna að töluverð óvissa er um líffræðilega og tæknilega þætti, t.d. kjörhita og þéttleika fyrir 1-2 kg sandhverfu, staðsetningu stöðva, kerjagerð og endurnýtingu sjávar.

Um þessar mundir virðist vera mikill áhugi fyrir eldi á sandhverfu í Evrópu og áform um mikla uppbyggingu á Spáni (Fish Farming International (FFI) 6/1999, FFI 7/1999), í Frakklandi (FFI 9/1998), Þýskalandi (FFI 8/1999), Skotlandi (FFI 3/1999), á Írlandi (FFI 7/1998) og í Chile (FFI 10/1998). Vegna þess hve lítið veiðist og er framleitt af sandhverfu (um 14.000 tonn) þá er heimsmarkaðurinn lítill, t.d. miðað við barra og brama (um 80.000 tonn) og Atlantshafslax (um 700.000 tonn). Líklegt er þó að markaðurinn eigi eftir að stækka í takt við aukið framboð, eins og átti sér stað með fyrrnefndar tegundir. Óvíst er hversu hratt og mikið markaðurinn mun stækka en þó er vitað að Spánverjar stefna að því að auka framleiðslu sína í 8.000 tonn á ári (Eldisfréttir, október 1999).

### 3. Verðþróun á sandhverfu

Sandhverfan er eftirsótt munaðarvara í Evrópu og því hefur verðið verið mjög hátt, 600-1.400 kr/kg. Sandhverfan er oftast seld í heilu lagi, fersk og slægð. Gæði villtrar sandhverfu eru minnst um hrygningartímamann í júlí en gæði eldisandhverfu eru jafnari. Miðað við núverandi verð á sandhverfu mun markaðurinn hér á landi aðeins geta tekið við mjög litlu magni af sandhverfu á næstu árum, líklega innan við 10 tonnum á ári.

Takmarkaðar upplýsingar liggja fyrir um verð á sandhverfu en þær upplýsingar sem fundist hafa eru sýndar í töflum 2 og 3. Á Spánarmarkaði lækkaði verðið stöðugt í takt við aukna framleiðslu á tímabilinu 1991-1994 (sjá töflu 1) en síðan hefur verðið náð jafnvægi og þokast jafnt og þétt upp á við, enda hefur framleiðslan nánast staðið í stað síðan 1995 (sjá töflu 3). Verð á sandhverfu hækkar með aukinni stærð. Munurinn er þó ekki mikill á bilinu 0,5-2,0 kg en verðið hækkar um 20-30% ef sandhverfan fer yfir 2 kg (sjá töflu 2).

Tafla 2. Meðalverð (FOB) á sandhverfu eftir stærð, á Spánarmarkaði.

Ár	0,5 – 1,0 kg		1,0 – 2,0 kg		> 2,0 kg	
	\$/kg	kr/kg	\$/kg	kr/kg	\$/kg	kr/kg
1991	13,8	1.005	15,6	1.142	17,1	1.251
1992	11,2	820	11,8	862	14,9	1.088
1993	9,6	701	8,8	644	12,1	884
1994	9,6	699	9,0	655	11,8	859

FAO Globefish gagnabanki.

Árið 1995 lækkaði verð á sandhverfu um 25% í kjölfar 40% framleiðsluaukningar úr eldi (sjá töflu 1). Um þetta leyti urðu nokkur tímamót á sandhverfumarkaðnum. Fram að þessu höfðu spænskar eldisstöðvar þurft að bjóða niður verð vegna lausafjárvandráða en þá kom norska fyrirtækið Stolt Sea Farm til sögunnar og hóf að kaupa upp fjársveltar eldisstöðvar. Þegar Stolt Sea Farm hafði náð meirihluta á markaðnum (eiga nú um 80% markaðarins) fór verðið hækkandi á ný vegna þess að sandhverfan var þá aðeins seld gegn viðunandi verði (Erlendur Jónsson, RANNÍS).



Tafla 3. Meðalverð (FOB) á sandhverfu í Evrópu, 1995-1999.

Ár	Spánn		Frakkland		Evrópa	
	evrur/kg	kr/kg	evrur/kg	kr/kg	evrur/kg	kr/kg
1995	6,98	530	7,73	587	7,19	546
1996	8,20	623	8,30	630	8,23	625
1997	8,33	633	8,77	667	8,46	643
1998					8,50	646
1999					9,00	684

www.feap.org, Seafood International 9/1999.

Verðhækkunin á undanförunum árum bendir til þess að nú hafi eftirspurn aukist eftir sandhverfu og að markaðurinn fari stækkandi. Markaðsverðmæti eldissandhverfu í Evrópu var um milljarður íslenskra króna árið 1991 en hefur síðan aukist jafnt og þétt og var um 2,3 milljarðar á síðasta ári.

Ómögulegt er að spá fyrir um verðþróun á sandhverfu ef og þegar framboð á eldissandhverfu fer að aukast verulega. Þó ætti verðþróunin á barra og brama að gefa ákveðnar vísbendingar enda eru þar Miðjarðarhafspjóðir í fararbroddi, líkt og í sandhverfueldi. Framleiðsla á barra og brama hefur 15-faldast á síðustu tíu árum (5.600 í 80.000 tonn) og á sama tíma hefur verðið lækkað úr 13-14 evrum/kg (975-1.050 kr/kg) og náð jafnvægi í 6-7 evrum/kg (450-520 kr/kg) (Aquaculture Europe, 1995). Ólíklegt verður að teljast að verð á sandhverfu muni fara eins neðarlega og verð á barra og brama, ekki síst vegna þess að strandeldi er talsvert dýrara en kvíaeldi. Einnig verður að teljast ósennilegt að strandeldi á sandhverfu nái nokkurn tímann sama umfangi og kvíaeldi á barra og brama.

#### 4. Vangaveltur um samkeppnishæfni á Íslandi

Markaðslögmálið segir, að afurðaverð leitist við að ná jafnvægi sem ræðst af meðal framleiðslukostnaði allra framleiðenda. Það er því nauðsynlegt er að gera sér einhverja grein fyrir samkeppnishæfni sandhverfueldis við íslenskar aðstæður. Mestur hluti sandhverfunnar sem kemur úr eldi er framleiddur í Galiciu-héraði á norðvesturhluta Spánnar og er það svæði sennilega hentugast til sandhverfueldis á meginlandi Evrópu. Sjávarhiti í Galiciu er talinn með því hagstæðasta sem verður frá náttúrunnar hendi, 12-20°C. Því er rétt að reyna að bera saman kosti og galla sandhverfueldis, annars vegar á Spáni og hins vegar á Íslandi.

#### Landrými

Á Íslandi er víða að finna hentugt landrými fyrir fiskeldisstöðvar, meðal annars á Reykjanesskaga, í flötu hrauni sem mjög ódýrt er að byggja á. Í Galiciu kann landrými að vera dýrara vegna samkeppni við aðra atvinnustarfsemi, svo sem ferðamannaíðnað, og einnig gæti verið dýrara að undirbúa byggingarreiti fyrir eldisker og önnur mannvirki þar en á Íslandi.

#### Sjótaka

Á Íslandi er víða hægt að fá hreinan og síaðan sjó úr borholum, en á Spáni verður að notast við sjóinntök sem leggja verður nokkur hundruð metra frá ströndinni. Inntakið þarf að vera traust til að standast brim og ásætur sem raðast inn í lögnina með tímanum, þrengja hana og auka mótstöðu og þar með dælingarkostnað. Einnig getur þari og aðrir þörungar komist inn í lögnina og stíflað hana. Óæskilegar lífverur, grugg og óhreinindi geta borist inn í eldisstöðina og því þarf að koma þar fyrir afkastamiklum hreinsibúnaði. Á Íslandi kemur á móti að borholudælur eru dýrari en sogdælur en sjálfar borholurnar eru hins vegar ekki sérlega dýrar. Þegar á heildina er litið má því ætla að kostnaður við sjótöku sé svipaður á Spáni og á Íslandi. Hins vegar er sjúkdómsáhætta meiri á Spáni, þar sem yfirborðssjór er nýttur, en á Íslandi þar sem jarðsjór er notaður.

## Eldishiti

Kjörhiti fyrir vöxt sandhverfu er álitinn vera 13-18°C og fer lækkandi með aukinni stærð sandhverfunnar. Á Íslandi (sérstaklega á Reykjanesi) er mikið af jarðsjó, 7-11°C heitum, þ.a. við bestu aðstæður þarf ekki mikla upphitun á sjó til að viðhalda kjörhita í sandhverfueldi. Víða er aðgengi að jarðhita eða hitaveitu sem gerir það mögulegt að hita upp eldisvatnið. Á Spáni sveiflast hitinn hins vegar frá 12-20°C yfir árið. Hann verður því of lágur á veturna fyrir seiðin og því þarf að hita sjóinn með olíu eða gasi. Á sumrin verður sjórinn of heitur fyrir stærsta fiskinn og veldur það hægari vexti, meiri sjúkdómahættu og auknum afföllum. Mjög kostnaðarsamt er að kæla sjó og verður það tæplega hagkvæmur kostur. Þetta kann að vera ein ástæðan fyrir því að stórum hluta eldisandhverfu er slátrað á stærðarbilinu 0,5-1,5 kg þó að verð fyrir hana sé mun lægra en fyrir sandhverfu yfir tveimur kg. Önnur ástæða er þó eflaust sú að stór hluti hænga verður kynþroska í kringum 1 kg og vex afar hægt eftir það. Þetta verður eflaust vandamál á Íslandi líka en vegna hagstæðari eldishita ættu Íslendingar þó að eiga léttara með það en Spánverjar að framleiða verðmætari stóra sandhverfu.

## Nálægð við markaði

Sandhverfustöð á Reykjaneskaga yrði í næsta nágrenni við alþjóðlegan flugvöll. Þaðan er auðvelt að koma fiski á markað nánast hvar sem er í heiminum. Hins vegar er flutningskostnaður talsverður með flugi til Evrópu, 45 kr/kg árið 1999 (Fiskgjaldskrá Flugleiða, 8/99). Galicia er einnig í talsverðri fjarlægð frá helsta markaðnum og enginn alþjóðlegur flugvöllur er í næsta nágrenni og því yrði fiskinum ekið í kælíbílum á markað í Evrópu. Stærsti markaðurinn um þessar mundir er í Frakklandi. Akstursvegalengd frá Galiciu til Parísar er um 1.500 km og flutningskostnaður með kælíbíl gæti numið um 30 kr/kg. Munurinn er því aðeins um 15 kr/kg.

## Byggingarkostnaður

Ekki er enn ljóst hvaða eldisaðferð mun reynast hagkvæmust við eldi á sandhverfu í framtíðinni. Komið hafa fram hugmyndir um eldi í grunnnum eldisrennum sem þykja lofa góðu (Øiestad 1998, Klokseth and Øiestad 1999) og nú þegar er verið að byggja stóra sandhverfustöð á Spáni þar sem notast er við hillur í 5 m djúpum kerjum (FFI 5/1999). Einnig er fyrirhugað að auka eldið í hefðbundnum kerjum (FFI 9/1998, FFI 6/1999, FFI 8/1999).

Gert er ráð fyrir að sandhverfueldi á Íslandi verði að fara fram í einangruðu rými til að draga úr kælingu á eldisvökva og skapa góðar aðstæður fyrir fisk og menn. Á Spáni fer matfiskeldið að mestu fram í hefðbundnum grunnum kerjum með dúkklaeddum ódýrum yfirbyggingum til að draga úr skaðlegum áhrifum sólarinnar á fiskinn. Þó fer eldið að einhverju leyti fram innandyrá. Þannig fer t. d. sandhverfueldi hjá Rodecan í Ruiloba í Cantabria héraði fram í þriggja hæða byggingu (FFI 6/1999). Líklega yrðu eldisbyggingar á Íslandi því eitthvað dýrari en á Spáni. Um helmingur af stofnkostnaði við eldisstöðvar á Spáni hefur verið niðurgreiddur af ESB (Ólafur Halldórsson, pers. uppl.) en óvíst er hvort slíkur styrkur verði veittur í framtíðinni.

Á móti kemur að nokkur íslensk fyrirtæki hafa til umráða eldisstöðvar sem fengust fyrir lítið fé í kjölfar gjaldþrota í laxeldi. Þær stöðvar henta að vísu fæstar sérlega vel til flatfiskeldis en engu að síður er mun hagkvæmara að nota þær á meðan verið er að byggja upp lífmassa og sérhæfa síðan stöðvarnar þegar eldið er farið að skila tekjum. Ef íslenskar eldisstöðvar eiga að vera samkeppnishæfar við spænskar er nauðsynlegt að halda stofnkostnaði og fjármagnskostnaði í algjöru lágmarki.

## Launakostnaður

Laun hvers eldismanns eru líklega mun hærrí á Íslandi en á Spáni. Hins vegar er hugsanlegt að á Íslandi megi vega upp þann mismun með betur menntuðu fólki, meiri sjálfvirkni og meiri framlegð. Íslendingar búa yfir töluverðri reynslu og þekkingu í framleiðslu eldisfisks í strandeldisstöðvum ekki síður en Spánverjar og líklega mun menntun íslenskra eldismanna vera meiri

en spænskra starfsbræðra. Íslensk fyrirtæki hafa verið í fararbroddi varðandi ýmsa tækniþróun í fiskeldi og fiskvinnslu sem gæti komið að notum. Má þar nefna Marel, Vaka og Stofnfisk.

### Fóðurkostnaður

Gera má ráð fyrir því að fóðurkostnaður gæti orðið lægri á Íslandi en á Spáni. Í fyrsta lagi vegna þess að á Íslandi nota fóðurframleiðendur innlent hráefni við framleiðsluna og í öðru lagi vegna þess að fóðurnýting sandhverfunnar versnar til muna á Spáni þegar sjávarhitinn hækkar á sumrin.

### Seiðakostnaður

Hugsanlegt er að seiðakostnaður yrði lægri á Íslandi en á Spáni. Í fyrsta lagi má nefna að meirihluti þeirra seiða sem alin eru upp í matfisk á Spáni er framleiddur í Frakklandi og Noregi og síðan fluttur til Spánar. Á Íslandi yrðu seiðin hins vegar öll framleidd innanlands og því lítill flutningskostnaður á seiðum. Í öðru lagi yrði væntanlega hægt að ala stærra fisk á Íslandi og þar með þyrfti færri seiði til að framleiða sama magn af sandhverfu.

### Niðurstaða

Samanburðurinn bendir því til þess að Íslendingar gætu haft samkeppnisforskot á Spánverja í eftirtöldum þáttum sandhverfueidis: landrými, sjógæðum, sjávarhita, vaxtarhraða, fóðurnýtingu, fóðurverði, seiðaverði, tækniþróun, menntun, sjúkdómum, afurðaverði og afskrifuðum eldisstöðvum. Á móti koma hins vegar ýmsir þættir þar sem Spánverjar gætu haft yfirburði s.s. reynsla og forskot í sandhverfueldi, öruggt aðgengi að seiðum, lægri flutningskostnaður, lægri launakostnaður og byggðastyrkir ESB. Erfitt er að leggja mat á vægi þessara ólíku þátta en að öllu samanlögðu virðist þó samkeppnisstaða Íslendinga ekki vera síðri en Spánverja hvað varðar eldi á sandhverfu.

Það skal undirstrikað að hér er aðeins um lauslegt mat að ræða sem byggir að mestu leyti á þeim hugmyndum og þeirri þekkingu sem skýrsluhöfundar hafa á þessu sviði. Tilgangurinn er fyrst og fremst sá að fá vísbendingar um samkeppnishæfni Íslendinga, enda í raun nánast ómögulegt að meta samkeppnishæfni svo óyggjandi sé. Besti mælikvarðinn á samkeppnishæfni er eflaust sá að stunda tilraunaeldi í nokkur ár. Í janúar síðastliðnum hófst tilraunaeldi á 4.000 sandhverfuseiðum frá Hafrannsóknastofnuninni, hjá Sævíli hf í Vogum sem sérhæfir sig í eldi á sæeyra.

## 5. Rök fyrir sandhverfueldi á Íslandi

### Nýting jarðvarma

Það er mikið búið að ræða og rita um kosti jarðhitans fyrir fiskeldi á Íslandi. Hann hefur reynst vel við seiðaeldi á laxi þar sem vatnspörfin er tiltölulega lítil en ekki að sama skapi í matfiskeldinu þar sem vatnspörfin er gríðarleg. Það er ljóst að jarðhitinn er of dýr til að nýta hann í gegnumstreymiskerfi í matfiskeldi. Danir, Þjóðverjar o.fl. þjóðir hafa gert tilraunir með mikla endurnýtingu eldisvökva, með því að sía frárennslið, láta grugg setjast til í stórum þróm, dæla vatninu í gegnum lífhreinsa, blása lofti í gegnum það, dauðhreinsa með útfjólubláu ljósi og metta með súrefni áður en það er endurnýtt. Að sjálfsögðu er mikill stofnkostnaður og rekstrarkostnaður við mikla endurnýtingu, t.d. ef aðeins væri notað 1% af því vatni sem þyrfti í gegnumstreymiskerfi. Finna þarf það stig endurnýtingar sem hentar best í sandhverfueldi við íslenskar aðstæður, en það er líklega á bilinu 80-95% endurnýting.

### Þróun strandeldis

Tegundir sem ekki verða aldar í sjókvíum virðast henta best við íslenskar aðstæður, vegna lélegri skilyrða til sjókvíaeldis við Ísland en við Noreg, Skotland og Chile. Sandhverfan er ein slík tegund, nægilega dýr til að standa undir háum kostnaði við strandeldi, og seiðaeldið er nægilega vel þekkt til að vera ekki takmarkandi þáttur. Því ætti að vera unnt að gera, á fáum árum, nauðsynlegar tilraunir og prófanir á matfiskeldinu, til að áætla með nokkurri vissu arðsemi og samkeppnisstöðu.

Sú reynsla sem þannig fengist, gæti nýst við þróun á eldi annarra tegunda sem ala verður í kerjum, svo sem hlýra, lúðu og sólfúru.

### Valkostur í fiskeldi

Það er töluverð áhætta að treysta eingöngu á laxfiska í íslensku fiskeldi. Þannig gætu komið upp sjúkdómar sem gerðu laxeldi ókleift, þó að unnt væri að ala sandhverfu eða aðrar tegundir. Einnig gæti verðfall einnar tegundar ríðið öllu fiskeldi að fullu ef aðeins ein tegund væri í eldi en unnt væri að skipta um tegundir eftir þörfum ef valkostir væru fleiri.

### Tækniþróun

Með fjölbreyttu fiskeldi á Íslandi gefst innlendum tæknifyrirtækjum eins og Marel og Vaka tækifæri til að þróa og prófa eldisbúnað, eins og flokkara, teljara, fóðrara o.fl., sem unnt væri að selja á alþjóðlegum markaði. Hugsanlega gæti hagnaður af slíkum iðnaði orðið meiri en af fiskeldinu sjálfu.

### Ferðamannaíðnaður

Það hlýtur að vera kostur að íslensk veitingahús geti boðið upp á aukið úrval af fersku sjávarfangi. Sandhverfa er lúxusfiskur sem unnt væri að setja á matseðil dýrustu veitinga-staða landsins.

### Sala sjávarafurða

Íslendingar byggja afkomu sína að stórum hluta á veiðum og vinnslu sjávarafurða. Gæði vörunnar eru margrómuð og Íslendingar ráða yfir góðu sölukerfi sem myndi nýtast við markaðssetningu sandhverfu og framboð á sandhverfu gæti jafnvel aukið sölu á öðrum tegundum. Reiknað er með að eftirspurn eftir fiski eigi eftir að aukast mikið á komandi árum og henni verður að mæta með auknu eldi.

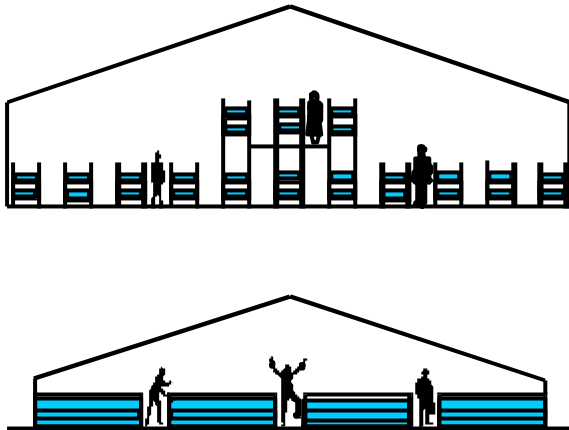
### Tímasetning

Norðmenn höfðu prófað sig áfram í meira en áratug áður en laxeldi þeirra tók verulegan kipp. Íslendingar tóku ekki við sér fyrr en um seinan, þegar enginn tími gafst til tilrauna, og því voru mörg afdrifarík mistök gerð við uppbyggingu laxeldis. Fjárfestar töpuðu mikilu og hefur þessi reynsla dregið kjarkinn úr landsmönnum við þróun og uppbyggingu fiskeldis. Mikilvægt er því að byrja ekki of seint á rannsóknum á sandhverfueldi á Íslandi.

## 6. Forsendur arðsemisútreikninga

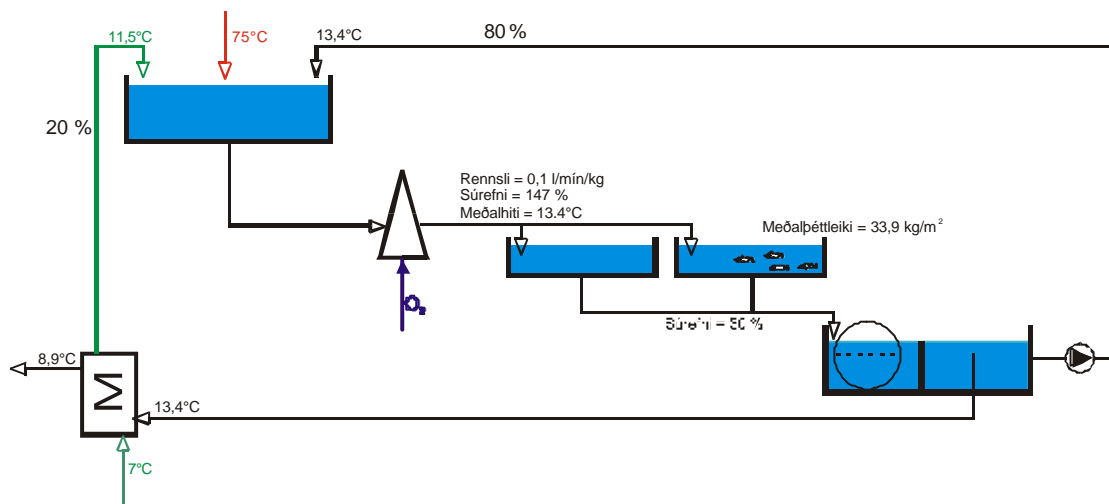
Reiknað er með því að sérhönnuð eldisstöð fyrir sandhverfueldi verði reist frá grunni. Ekki er tekin afstaða til staðsetningar stöðvarinnar að öðru leyti en því að gert er ráð fyrir aðgengi að borholusjó og heitu vatni. Eldisferlinu er skipt í tvo jafnlanga hluta: seiðaeldi og matfiskeldi. Gert er ráð fyrir því að seiðaeldið fari fram í stálgrindarhúsi í eldisrennum úr trefjaplasi í hillukerfi á 2-4 hæðum. Matfiskeldið færi hins vegar fram í steinsteyptum eldiskerjum í einangruðum, dúkklaeddum skemmum. Gert er ráð fyrir því að auka flatarmál matfiskeldiskerjanna með hillum fyrir fiskinn. Húsin yrðu samliggjandi svo hægt yrði að samnýta þjónusturými og endurnýta sjó úr seiðaeldi yfir í matfiskeldi. Stærð stöðvarinnar miðast við að hægt verði að framleiða í henni 300 tonn af sandhverfu á ári.

Ekki er gert ráð fyrir að stöðin verði með eigin seiðaframleiðslu en reiknað er með því að kaupa seiði frá innlendra seiðastöð á þriggja mánaða fresti. Einnig er gert ráð fyrir því að notað verði sérstakt þurrfóður fyrir sandhverfu sem yrði framleitt á Íslandi. Slátrað yrði í stöðinni einu sinni í viku og fiskurinn fluttur þaðan slægður til pökkunar og útflutnings. Fjöldi starfsmanna og meðallaun eru ákveðin samkvæmt reynslutölum úr íslensku strandeldi. Á mynd 1 má sjá einfalda teikningu af eldisstöðinni.



Mynd 1. Tillaga að sandhverfueldisstöð. Efri myndin sýnir seiðaelði í hillukerfi og sú neðri matfiskeldi í steiptum kerjum á gólfi.

Gert er ráð fyrir því að stöðin noti borholusjó og hiti hann upp í kjörhita með beinni íblöndun af hitaveituvatni. Reiknað er með að stöðin dragi úr sjónotkun um 80% með endurnýtingu og súrefnisbætingu á eldissjó. Einnig er reiknað með því að endurnýta varmann úr frárennslinu með því að hita upp innrennslissjóinn í stórum varmaskiptum (mynd 2). Einnig yrði sértækum aðgerðum beitt til þess að minnka magn kolsýru í eldisvatninu.



Mynd 2. Skýringarmynd af sjókerfi stöðvarinnar.

Líffræðilegar forsendur eldisins eru að mestu leyti byggðar á erlendum vísindagreinum (sjá töflu 8). Vaxtarhraðinn er reiknaður út frá stærð fisksins samkvæmt Nijhof (1993) og reiknað er með því að sandhverfan nýti vaxtargetu sína til fulls. Fóðurnýtingin er einnig reiknuð út frá stærð fisksins samkvæmt sömu heimild, hins vegar er gert ráð fyrir 20% meiri fóðrun vegna yfirfóðrunar og áhrifa kynþroska á fóðurnýtingu. Þéttleiki í eldiskerjum í seiðaelði er reiknaður út frá Person Le-Ruyet o.fl. (1991) en þéttleiki í matfiskeldi er áætlaður út frá reynslutölum í Tilraunaeldisstöðinni og lúðueldi hjá Fiskey, ásamt rannsóknum Hafrannsóknastofnunarinnar á lúðueldi (Björn Björnsson 1994). Það skortir tilfinnanlega upplýsingar um áhrif þéttleika á vöxt og fóðurnýtingu hjá sandhverfu. Súrefnisnotkunin er reiknuð samkvæmt Brown o.fl. (1984). Gert er ráð fyrir að slátra sandhverfunni í meðalstærðinni 2 kg sem er talsvert meiri þyngd en tíðkast í sandhverfueldi í Evrópu, þar sem meðalstærðin er gjarnan í kringum 1,5 kg. Reiknað er með 5% rýrnun vegna slægingar og afföll í eldinu eru áætluð 5% á ári.

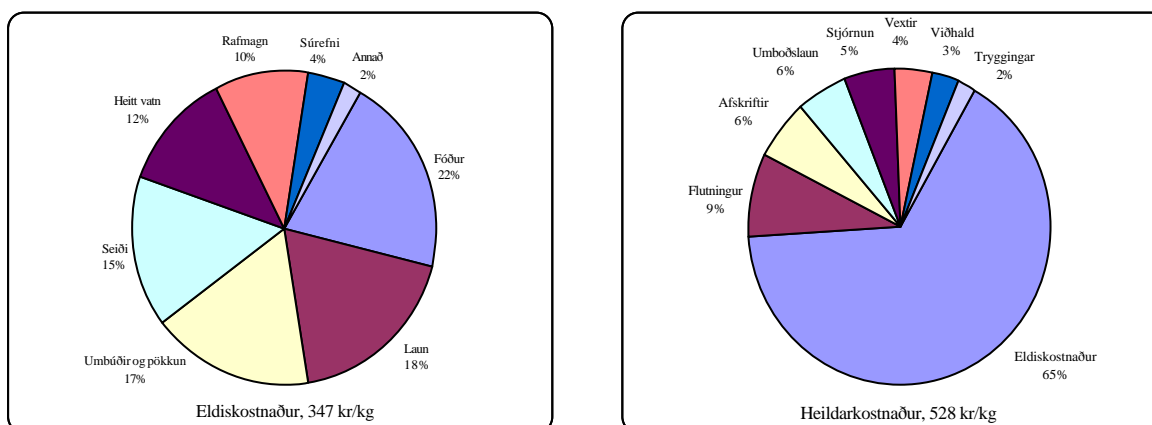
Afurðaverð er áætlað 750 kr/kg (CIF) eða 675 kr/kg (FOB) og í útreikningum er ekki gert ráð fyrir verðbreytingum á líftíma stöðvarinnar. Meðalverð fyrir eldissandhverfu á Evrópumarkaði árið

1999 var 684 kr/kg (FOB, sjá töflu 3). Hér er því gert ráð fyrir mjög svipuðu verði. Hins vegar er stefnt að því að framleiða stóra sandhverfu (2 kg) og eins og sést í töflu 2 hefur fengist talsvert herra verð fyrir stærri sandhverfu. Í raun og veru er því verið að reikna með talsverðri verðlækkun allt frá upphafi. Það er því grundvallarforsenda í þessum útreikningum að Íslendingar nýti sameppniskosti sína til þess að framleiða stærri og verðmætari sandhverfu en almennt er gert í eldisstöðvum sunnar í Evrópu.

Gert er ráð fyrir því að fyrirtækið verði hlutafélag, fjármagnað að hálfu leyti með hlutafé og að hálfu leyti með afurðalánunum og veðlánunum með veði í fasteignum hlutafélagsins. Í arðsemisútreikningum eru reiknaðir út innri vextir af fjárfestingunni og einnig er reiknað út hvert afurðaverðið þarf að vera til þess að reksturinn standist eðlilega ávöxtunarkröfu. Að lokum er gerð næmnigreining þar sem reiknuð eru út áhrif ýmissa lykilþátta, s.s. afurðaverðs, stofnkostnaðar og þéttleika, á arðsemi og framleiðslukostnað í eldinu. Í töflum 4 til 7 eru sýndar þær forsendur sem notaðar eru við arðsemisútreikningana og í töflu 8 eru sýndir útreikningar á nokkrum mikilvægum líffræðilegum þáttum fyrir sandhverfueldi. Arðsemis-útreikningarnir eru sýndir í töflum 9 og 10.

## 7. Niðurstöður arðsemisútreikninga

Reiknuð var út arðsemi þess að leggja fé í eldi á sandhverfu á Íslandi, samkvæmt þeim forsendum sem taldar eru upp í töflum 4 til 7. Hér á eftir fylgir stutt samantekt á helstu niðurstöðum útreikninganna.



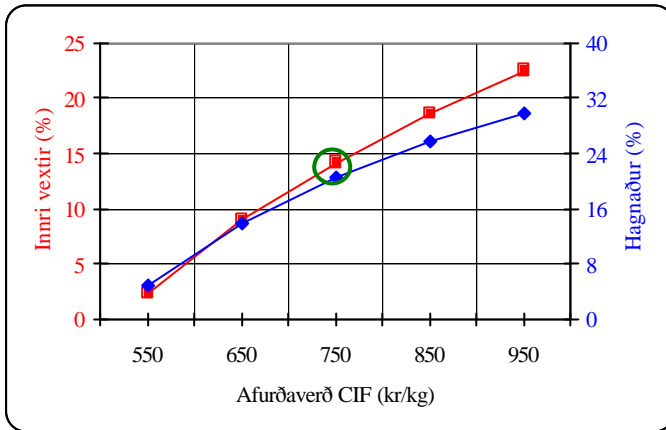
Mynd 3. Skipting kostnaðar.

Kakan til vinstri sýnir skiptingu eldiskostnaðar eða breytilegan framleiðslukostnað í eldisstöð en kakan til hægri sýnir skiptingu heildarkostnaðar.

Kökuritinn tvö sýna skiptingu kostnaðar við sandhverfueldið. Í þessari skýrslu er kostnaður reiknaður á þrjú mismunandi vegu: í fyrsta lagi eldiskostnaður (breytilegur kostnaður við eldið), í öðru lagi framleiðslukostnaður (eldiskostnaður og fastur kostnaður) og í þriðja lagi heildarkostnaður (framleiðslukostnaður og sölukostnaður). Mikilvægt er að rugla þessum hugtökum ekki saman.

Eins og sést á mynd 3 er eldiskostnaður reiknaður 347 kr/kg eða 51% af áætluðu FOB-verði sem er 675 kr/kg. Framlegðin í eldinu er því afar góð eða 49%. Til samanburðar má nefna að breytilegur framleiðslukostnaður í strandeldi á laxi á Íslandi er áætlaður u.þ.b. 40% lægri eða 240 kr/kg (Vigfús Jóhannsson, Stofnfiskur hf). Þarna munar mestu um minni hitakostnað í laxeldi, ásamt minni launa- og seiðakostnaði (meiri framleiðsla á ársverk, ódýrari seiði og meiri sláturþyngd). Á móti kemur lægri fóðurkostnaður í sandhverfueldi.

Fastur kostnaður við eldið er metinn á 106 kr/kg og þar af er fjármagnskostnaður upp á 53 kr/kg. Framleiðslukostnaðurinn er því samtals 453 kr/kg eða 67% af FOB-verði. Að viðbættum sölukostnaði upp á 75 kr/kg (flugfrakt og umboðslaun) nemur heildarkostnaðurinn við sandhverfueldið því 528 kr/kg eða 70% af CIF-verði.

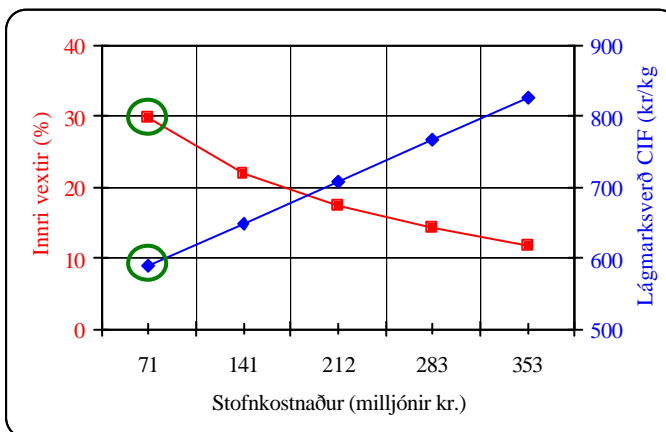


Mynd 4. Áhrif afurðaverðs á arðsemi og hagnað.

Mynd 4 sýnir áhrif afurðaverðs á arðsemi og hagnað. Okkar dæmi er einkennt með grænum hring.

Línuritið staðfestir hið augljósa; að hagnaður og arðsemi aukist með hækkandi verði. Verðið þyrfti að vera örlítið hærra eða rúmar 767 kr/kg (CIF) til þess að eldið næði 15% ávöxtun. Innri vextir af fjárfestingum eru mælikvarði á arðsemi eldisins. Samkvæmt útreikningunum eru innri vextir 14,2% og standast því ekki alveg 15% ávöxtunarkröfu. Þetta er athyglisvert í ljósi þess að hagnaður eftir skatta er reiknaður 21%. Af þessu að dæma myndu ekki mörg íslensk fyrirtæki standast 15% ávöxtunarkröfu. Það eru hins vegar ýmsir þættir sem geta haft afgerandi áhrif á arðsemi eldisins.

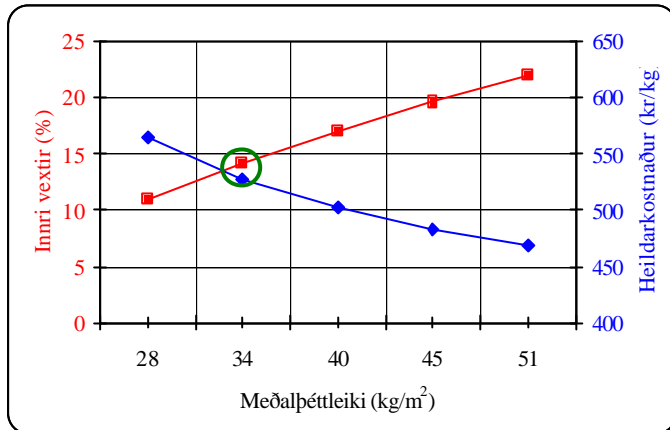
Stofnkostnaðurinn hefur einnig afgerandi áhrif á arðsemina og það lágmarksverð sem þarf til þess að eldið standist 15% ávöxtunarkröfu. Áætlaður stofnkostnaður við uppbyggingu sandhverfustöðvar frá grunni á Íslandi er samkvæmt gefnum forsendum 283 milljónir króna. Ef það væri hins vegar hægt að ná sömu framleiðslu með minni stofnkostnaði hefði það verulega jákvæð áhrif á arðsemi og lágmarksverð, eins og sést á mynd 5.



Mynd 5. Áhrif stofnkostnaðar á arðsemi og lágmarksverð (CIF).

Ekki er útilokað að hægt sé að byggja 300 tonna sandhverfustöð fyrir minna fé en hér er gert ráð fyrir og ná um leið meiri arðsemi. Einnig má nefna að nokkur íslensk fiskeldis-fyrirtæki hafa yfir að ráða afskrifuðum eldisstöðvum sem mætti með endurbótum nýta til sandhverfueldis. Fyrirtæki sem þarf aðeins að leggja 100 milljónir króna í stofnkostnað skilar 26% arðsemi, að óbreyttu afurðaverði, og þolir 150 krónum lægra lágmarksverð en ný stöð, að óbreyttri arðsemi (sjá mynd 5).

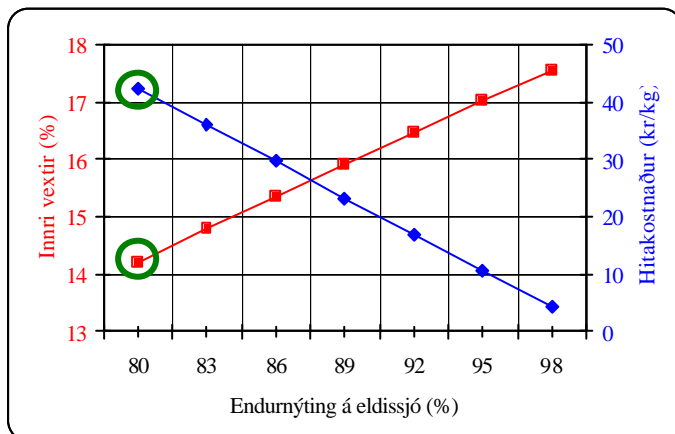
Ýmsir líffræðilegir þættir eins og vaxtarhraði og þéttleiki hafa að sjálfsögðu mikil áhrif á arðsemi. Í ofangreindum útreikningum var reiknað með hóflegum þéttleika (2,5-50 kg/m<sup>2</sup>, meðaltal: 33,9 kg/m<sup>2</sup>) en á mynd 6 sést að þéttleikinn hefur mjög afgerandi áhrif á arðsemi og framleiðslukostnað.



Mynd 6. Áhrif þéttleika á arðsemi og heildarkostnað.

Ef þéttleikinn er aukinn um 50% (4-75 kg/m<sup>2</sup>, meðaltal: 51 kg/m<sup>2</sup>) án þess að vaxtarhraðinn minnki, fer arðsemin yfir 20% og heildarkostnaðurinn lækkar um 60 kr/kg. Það eru einkum tvær ástæður fyrir þeirri lækkun: Í fyrsta lagi er það lækkun á fjármagns-kostnaði um 18 kr/kg vegna þess að fjárfestingarnar skila meiri framleiðslu. Í öðru lagi er svo lækkun á launakostnaði um 16 kr/kg vegna þess að ekki er reiknað með því að bæta við starfsmönnum. Framleiðsla á ársverk eykst þannig úr 60 tonnum í 90 tonn, sem er svipað og þekktist í strandeldi á laxi. Samband þéttleika og vaxtarhraða hefur ekki verið rannsakað fyrir matfisk en þetta dæmi sýnir vel hversu mikilvægt er að gera slíkar rannsóknir.

Upphitun á eldissjó með heitu vatni er óhjákvæmileg svo ala megi sandhverfu á Íslandi. Í þessu dæmi er gert ráð fyrir því að kaupa hitaveituvatn og hitakostnaður getur því orðið mjög hár ef sjór og/eða varmi eru ekki endurnýtt eða u.þ.b. 600 kr/kg! Á mynd 7 sést hvernig hitakostnaðurinn lækkar með aukinni endurnýtingu.



Mynd 7. Áhrif endurnýtingar á sjó og varma, á hitakostnað og arðsemi.

Með 80% endurnýtingu á sjó og 70% endurnýtingu á varma er hægt að minnka hitakostnað um rúmlega 90%. Þessari endurnýtingu er hægt að ná án lífhreinsunar. Með aukinni endurnýtingu er hægt að minnka hitakostnaðinn enn frekar, jafnvel niður í örfáar krónur á framleitt kg en það krefst mikillar lífhreinsunar.

### Niðurstaða arðsemismatsins

Matið bendir til að arðsemi þess að byggja sandhverfueldisstöð frá grunni sé, samkvæmt gefnum forsendum, á mörkum þess að standast þær ávöxtunarkröfur sem gerðar eru af fjárfestum í dag. Niðurstaða útreikninganna er sú að samkvæmt þeim forsendum sem hér eru gefnar, myndi fyrirtæki sem legði fjármagn í sandhverfueldi á Íslandi fá 14,2% ársávöxtun. Eldið stæðist því ekki forsendur um 15% ávöxtunarkröfu. Þetta er athyglisverð niðurstaða í ljósi þess að framlegðin í eldinu er mjög mikil eða um 50%. Það má hins vegar deila um það hvort eðlilegt sé að gera svo háa



kröfu um ávöxtun þegar matvælaframleiðsla er annars vegar. Markaður fyrir matvæli er ekki háður tiskusveiflum og tækninýjungum, líkt og markaður fyrir ýmsar aðrar vörur og því ætti áhættan að vera minni en í ýmsum öðrum rekstri.

Heildarkostnaður við sandhverfueldið er metinn á 528 kr/kg og þegar dreginn er frá sölukostnaður upp á 75 kr/kg, stendur eftir framleiðslukostnaður upp á 453 kr/kg. Framleiðslukostnaðurinn skiptist síðan í breytilegan kostnað, 347 kr/kg, og fastan kostnað, 106 kr/kg. Fasti kostnaðurinn nemur því tæpum fjórðungi af framleiðslukostnaðinum og gæti bent til þess að 300 tonna stöð sé of lítil rekstrareining. Hugsanlega þyrfti stöðin að framleiða 500-1.000 tonn á ári til að njóta hagkvæmni stærðarinnar og ná viðunandi arðsemi.

Næmngreiningarnar sýna þó vel að arðsemin ræðst algjörlega af þeim forsendum sem gefnar eru og þar skiptir afurðaverðið að sjálfsögðu miklu máli. Hér er gert ráð fyrir að afurðaverðið haldist stöðugt, 750 kr/kg (CIF) eða 675 kr/kg (FOB), allan líftíma stöðvarinnar. Sé gert ráð fyrir lægra verði, sem nemur 100 kr/kg, lækkar arðsemin niður fyrir 10% (sjá mynd 4). Stofnkostnaður, þéttleiki og endurnýting hafa einnig mikil áhrif á arðsemina (sjá myndir 5-7). Ef stofnkostnaðurinn er aðeins 100 milljónir, meðalþéttleikinn 40 kg/m<sup>2</sup> og endurnýtingin 90%, þá hækkar arðsemi 300 tonna stöðvar í yfir 30%. Ef þar við bætast sérstakir landkostir, svo sem hærri sjávarhiti eða ódýrara heitt vatn, eða samnýting við aðra starfsemi, getur arðsemin orðið ennþá meiri.

Á Íslandi eru víða miklir landkostir fyrir fiskeldi svo sem ódýr jarðhiti eða hreinn jarðsjór, en lítið er um eldisstöðvar sem henta vel til flatfiskaeldis. Flestar strandeldisstöðvar eru hannaðar sérstaklega fyrir eldi laxfiska og hafa nánast eingöngu gríðarstór, djúp eldisker. Talið er að eldi á sandhverfu krefjist eldishita á bilinu 13-18°C og varmatapið úr stórum opnum útikerjum yrði mjög mikið yfir vetrartímamann. Mjög kostnaðarsamt er að byggja yfir eða einangra svona ker. Sumar stöðvar hafa þó velbúin eldishús með smærri kerjum sem gætu hentað ágætlega til seiðaeldis á sandhverfu. Sennilega væri þó hagkvæmast að byggja sérhæfða aðstöðu fyrir matfiskeldið. Ef allar aðrar forsendur eru fyrir hendi, gæti arðsemi sandhverfueldis í þessum stöðvum líklega orðið meiri en þegar stöð er byggð frá grunni.

Eins og áður sagði bendir arðsemismatið til þess að arðsemi sandhverfueldis, samkvæmt gefnum forsendum, sé á mörkum þess að standast ávöxtunarkröfur ef 300 tonna eldisstöð væri byggð frá grunni. Ýmislegt væri þó hægt að gera til þess að auka arðsemi nýrrar stöðvar en sennilega væri vænlegast að hafa stöðina talsvert stærri en hér er gert ráð fyrir. Sandhverfueldi gæti verið sérlega áhugaverður kostur fyrir sum fyrirtæki sem starfa nú þegar í fiskeldi og eiga afskrifaðar eldisstöðvar sem með endurbótum mætti nýta til sandhverfueldis. Lokaniðurstaða arðsemismatsins er því sú að sandhverfueldi geti orðið arðbært við bestu aðstæður á Íslandi.

## 8. Þörf fyrir rannsóknir

Forsenda sandhverfueldis á Íslandi er að sjálfsögðu sú að ala seiði í nægilegu magni hér á landi. Seiðaeldi sandhverfu á Íslandi er enn á frumstigi og engin trygging fyrir því að framfarir verði nægilega hraðar til þess að hægt verði að anna eftirspurn. Það er því afar mikilvægt að halda áfram að byggja upp hrygningarstofn sandhverfu í Tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunarinnar og þróa jafnframt eldistækni við seiðaframleiðslu. Þá er einnig mikilvægt að reyna að nálgast þá þekkingu sem til er á þessu sviði hjá erlendum seiðaframleiðendum.

Varðandi matfiskeldið, er nauðsynlegt að kanna rækilega kjörhita og hvernig hann breytist með stærð, einkum fyrir stóra sandhverfu, 1-2 kg, en þar skortir gögn hvað mest. Einnig þarf að kanna kjörþéttleika vel því að mikilvægt er að hámarka afrakstur hvers fermetra eldisrýmis. Jafnframt þyrfti að gera rannsóknir sem miða að því að koma í veg fyrir ótímabæran kynþroska hjá hængum. Einnig er aðkallandi að gera samanburð á vexti í mismunandi eldiskerjum, m.a. á grunnnum eldisrennum, hillum og hefðbundnum kerjum. Allar þessar tilraunir kalla á aukinn aðgang að heitu vatni og flestar á viðbótaraðstöðu í fyrirhugaðri viðbyggingu við Tilraunaeldisstöðina. Við val og þróun á eldiskerfum verður að stefna að sem mestri sjálfvirkni til að hámarka framleiðni hvers eldismanns.

Endurskoða þarf arðsemisútreikninga með tilliti til rannsókna á líffræðilegum atriðum en gera einnig nánari úttekt á ýmsum tæknilegum möguleikum við eldið, svo sem við endurnýtingu eldisvökva og reikna út hagkvæmasta eldisferilinn. Þá þyrfti að kanna möguleika og þróa tækni við

---

að koma sandhverfu lifandi á markað, t.d. í Japan þar sem mjög hátt verð fæst fyrir lifandi úrvalsfisk. Fyrirtækið France Turbot hefur náð góðum árangri í að flytja lifandi sandhverfu með flugi án vatns. Fiskarnir hafa lifað af rúmlega 24 tíma ferðalag (Fish Farming International 5/1998).

---

## 9. Töflur.

**Tafla 4. Forsendur varðandi fjárfestingar.**

<u>Seiðahús (kr/m<sup>2</sup>)</u>	33.000	Verkfr. stofan Hannarr, janúar 1999
<u>Þjónusturými (kr/m<sup>2</sup>)</u>	69.000	Verkfr. stofan Hannarr, janúar 1999
<u>Matfiskeldishús (kr/m<sup>2</sup>)</u>	22.000	Sigurður Sigmarsson, Ístækni ehf
<u>Trefjaplastker (kr/m<sup>2</sup>)</u>	13.000	Trefjar hf
<u>Hillukerfi í seiðældi (kr)</u>	6.000.000	Ásgeir Guðnason, Sæbýli hf
<u>Hillur í matfiskeldi (kr)</u>	5.000.000	Áætlun
<u>Borholur (kr)</u>	10.000.000	Garðar Sigurjónsson, Jarðboranir hf
<u>Dælur (kr)</u>	3.000.000	Leifur Arason, Dælur ehf
<u>Lagnakerfi (kr)</u>	10.000.000	Gjaldskrá Revkialundar hf
<u>Endurnýtingarkerfi (kr)</u>	25.000.000	Erlendur Jónsson, RANNÍS
<u>Varmaskiptar (kr)</u>	25.000.000	Kiartan Kiartansson, Héðinn hf
<u>Öryggiskerfi (kr)</u>	5.000.000	Ásgeir Guðnason, Sæbýli hf
<u>Súrefniskerfi (kr)</u>	5.000.000	Ólafur Wernersson, Íslandslax
<u>Aðrar fjárfestingar (kr)</u>	15.000.000	Áætlun

**Tafla 5. Tæknilegar forsendur.**

<u>Gólfllötur seiðahúss (m<sup>2</sup>)</u>	1.600	Nýting gólfplatá = 50%
Gólfllötur þjónusturýmis (m <sup>2</sup> )	100	Hluti af seiðahúsi
Flatarmál trefjaplastkerja (m <sup>2</sup> )	2.340	Á 2-4 hæðum
Gólfllötur matfiskeldishúss (m <sup>2</sup> )	3.800	Nýting gólfplatá = 70%
Flatarmál stevþra kerja (m <sup>2</sup> )	2.670	Hluti af gólfi
Eldishillur, flatarmál (m <sup>2</sup> )	2.670	2 hillur í hverju keru
Hítastig á borholusjó (°C)	7	Reiknað með 60 m díunum borholum
Heitt vatn (°C)	75	Áætlun
Eldshitastig (°C)	13-18 (tafla 8)	Albert Imsland 1997 (og áætlað)
Selta í borholusjó (%)	32	Áætlun
Selta í eldissjó (%)	27-29	Áætlun
Hringrásarrensli (l/mín/kg)	0.1	Áætlun
Súrefnismettun í innrennsli (%)	147	Áætlun
Súrefnismettun í frárennsli (mg/l)	6	Gilles, B. o.fl. 1999
Nýting á viðbættu súrefni (%)	80	AGA Aquaculture series
Rafmagn, annað en sjódæling (%)	10	Áætlun
Nýtni varmaskipta (%)	70	Kiartan Kiartansson, Héðinn hf
Lárétt lvtihæð úr borholu (m)	500	Áætlun
Lóðrétt lvtihæð úr borholu (m)	10	Áætlun
Lárétt lvtihæð, hringrás (m)	100	Áætlun
Lóðrétt lvtihæð, hringrás (m)	3	Áætlun
<u>Ejöldi starfsmanna (með frkv stjóra)</u>	5	Áætlun

Tafla 6. Efnahagslegar forsendur.

Seiðaverð (kr/seiði)	90	France Turbot, 1999
Fóðurverð (kr/kg)	63	Davíð Jónsson, Fóðurblandan hf
Yfirfóðrun (%)	20	Áætlun
Pökkun (kr/kg fisk)	35	Jón Gústafsson, Portland ehf
Umboðslaun (%)	4	Bjarni Kjartansson, Sam. útl. ehf
Umbúðir (kr/kg fisk)	25	Páll Sigvaldason, Stjörnusteinn ehf
Súrefni (kr/kg)	20	Edda Magnúsdóttir, ÍSAGA ehf
Rafmagn (kr/kWst)	2.18	Gjaldskrá Hitaveitu Suðurnesja
Aflejald (kr/kWár)	8.000	Gjaldskrá Hitaveitu Suðurnesja
Hitaveituvatn (kr/m <sup>3</sup> )	30.5	Gjaldskrá Hitaveitu Suðurnesja
Heimæðagjald hitaveitu (kr)	626.000	Gjaldskrá Hitaveitu Suðurnesja
Leiga á súrefnistanki (kr/mán)	70.000	Edda Magnúsdóttir, ÍSAGA ehf
Flutningur á markað (kr/kg)	45	Fiskegjaldskrá Flugleiða, 8/99
Trvgæingar (kr/ár)	3.000.000	Áætlun
Ýmiss rekstrarkostnaður (kr/ár)	2.000.000	Áætlun
Stjórnunarkostnaður (kr)	8.000.000	Launatengd gjöld innifalin
Laun eldismanna (kr/ár)	3.500.000	Áætlun
Viðhald fasteigna (%/ár)	3	Hlutfall af stofnkostnaði
Afskriftir fasteigna (%/ár)	6	Ragnar Guðjónsson, FBA
Afskriftir tækja og búnaðar (ár)	7	Ragnar Guðjónsson, FBA
Vextir af lánsfé (%/ár)	12	Ragnar Guðjónsson, FBA
Líftími (ár)	25	Áætlun
Ávöxtunarkrafa (%/ár)	15	Ragnar Guðjónsson, FBA
Afurðaverð CIF (kr/kg)	750	Áætlun

Tafla 7. Líffræðilegar forsendur.

Þvngd seiða í bvrjun (g)	5	Aldur = 3 mánuðir
Þvngd við slátrun (g)	2.000	Meðalþvngd
Rúrnun við slæðingun (%)	5	Áætlun
Vaxtarhraði (%/dag)	4.63-0.25	(tafla 8) Niihof, M. 1993
Fóðurstuðull (kg/kg)	0.54-0.90	(tafla 8) Niihof, M. 1993
Þéttleiki (kg/m <sup>2</sup> )	2.5-50	(tafla 8) Person-Le Ruyet o.fl., 1991
Súrefnisnotkun (mg/kg/mín)	7.49-0.99	(tafla 8) Brown o.fl., 1984
Afföll (%/mán)	0.4	Áætlun

Tafla 8. Líffræðilegar forsendur sem fall af aldri og þyngd sandhverfu.

Aldur (dagar)	Dagvöxtur (%/dag)	Þyngd (g)	Átstuðull (%/dag)	Fóðurstuðull (kg/kg)	Hiti (°C)	Súrefni (mg/kg/mín)	Ásetning (kg/m <sup>2</sup> )
0	4,63	5	2,45		18	7,49	2,5
10	3,79	8	2,05	0,54	18	6,54	2,5
20	3,21	11	1,76	0,55	18	5,96	2,5
30	2,79	16	1,55	0,55	18	5,35	2,5
40	2,46	21	1,39	0,56	18	4,95	5,5
50	2,20	26	1,26	0,56	18	4,65	5,5
60	1,99	33	1,16	0,57	18	4,34	10,0
70	1,82	40	1,07	0,57	18	4,11	10,0
80	1,67	48	1,00	0,58	18	3,90	10,0
90	1,55	56	0,93	0,58	18	3,73	10,0
100	1,44	66	0,88	0,58	16	3,55	10,0
110	1,34	76	0,83	0,59	16	3,41	12,5
120	1,26	86	0,79	0,59	16	3,29	12,5
130	1,19	98	0,75	0,60	16	3,17	12,5
140	1,12	110	0,74	0,61	16	3,06	12,5
150	1,06	123	0,71	0,61	16	2,97	14,0
160	1,01	137	0,68	0,62	16	2,88	14,0
170	0,96	151	0,65	0,62	16	2,80	14,0
180	0,92	167	0,63	0,63	16	2,72	14,0
190	0,88	183	0,61	0,64	15	2,65	16,5
200	0,84	199	0,59	0,64	15	2,58	16,5
210	0,81	217	0,60	0,65	15	2,52	16,5
220	0,77	235	0,58	0,66	15	2,46	16,5
230	0,75	254	0,56	0,67	15	2,41	19,5
240	0,72	273	0,55	0,67	15	2,36	19,5
250	0,69	293	0,53	0,68	15	2,31	19,5
260	0,67	314	0,52	0,69	15	2,26	19,5
270	0,65	336	0,50	0,69	15	2,22	19,5
280	0,63	358	0,49	0,70	14	2,18	22,0
290	0,61	381	0,48	0,70	14	2,14	22,0
300	0,59	405	0,47	0,71	14	2,10	22,0
310	0,57	429	0,46	0,71	14	2,07	22,0
320	0,55	454	0,45	0,72	14	2,03	25,0
330	0,54	480	0,44	0,72	14	2,00	25,5
340	0,52	507	0,43	0,73	14	1,97	25,5
350	0,51	534	0,43	0,74	14	1,94	25,5
360	0,49	562	0,42	0,74	14	1,91	25,5
370	0,48	590	0,41	0,75	14	1,37	27,5
380	0,47	619	0,40	0,75	14	1,35	27,5
390	0,46	649	0,39	0,76	14	1,33	27,5
400	0,45	479	0,39	0,76	14	1,32	27,5
410	0,44	710	0,38	0,77	14	1,30	30,0
420	0,43	742	0,37	0,77	14	1,29	30,0
430	0,42	774	0,37	0,78	14	1,27	30,0
440	0,41	807	0,36	0,78	14	1,26	30,0
450	0,40	840	0,35	0,78	14	1,24	30,0
460	0,39	874	0,35	0,79	13	1,23	33,0
470	0,38	909	0,34	0,79	13	1,22	33,0
480	0,37	944	0,34	0,80	13	1,20	33,0
490	0,37	980	0,33	0,80	13	1,19	33,0
500	0,36	1017	0,33	0,81	13	1,18	36,5
510	0,35	1054	0,33	0,81	13	1,17	36,5
520	0,35	1092	0,32	0,82	13	1,16	36,5
530	0,34	1130	0,32	0,82	13	1,15	36,5
540	0,33	1169	0,32	0,82	13	1,14	36,5
550	0,33	1208	0,31	0,83	13	1,13	38,5
560	0,32	1248	0,31	0,83	13	1,12	38,5
570	0,31	1289	0,30	0,84	13	1,11	38,5
580	0,31	1330	0,30	0,84	13	1,10	38,5
590	0,30	1371	0,30	0,85	13	1,09	41,0
600	0,30	1413	0,29	0,85	13	1,08	41,0
610	0,29	1456	0,29	0,85	13	1,07	41,0
620	0,29	1499	0,29	0,86	13	1,06	41,0
630	0,28	1543	0,28	0,86	13	1,05	41,0
640	0,28	1587	0,28	0,87	13	1,04	44,0
650	0,27	1632	0,28	0,87	13	1,04	44,0
660	0,27	1678	0,27	0,87	13	1,03	44,0
670	0,27	1724	0,27	0,88	13	1,02	44,0
680	0,26	1770	0,27	0,88	13	1,01	50,0
690	0,26	1817	0,26	0,88	13	1,01	50,0
700	0,25	1864	0,26	0,89	13	1,00	50,0
710	0,25	1912	0,26	0,89	13	0,99	50,0
720	0,25	1960	0,26	0,90	13	0,99	50,0

Tafla 9. Peningaflæði.

Forsendur	Arðsemi		Eldiskostnaður (í fullri framleiðslu)				Heildarkostnaður (meðaltal á líftíma)			
	Líftími (ár)	25	(kr/kg)	(%)	(kr/kg)	(%)	(kr/kg)	(%)		
Fjárfestingar, byggingar (kr)	143.300.000		Laun	49.06	14.16	Eldiskostnaður	346.56	65.64		
Fjárfestingar, tæki (kr)	139.420.000		Launatengd gjöld	14.72	4.25	Umboðslaun	30.00	5.68		
Ársframleiðsla (tonn)	300		Seiði	53.62	15.47	Flutningur	45.00	8.52		
Söliverð (kr/kg CIF)	750.000	Arðsemi (%)	Fóður	71.62	20.67	Stjórnun	28.04	5.31		
Seiðaverð (kr/stk)	90.00		Hiti	42.34	12.22	Víðhald	15.07	2.85		
Fóður (kr/kg)	63.00	Hagnaður e. skatta (%)	Rafmagn	35.10	10.13	Tryggingar	10.51	1.99		
Hiti (kr/m <sup>3</sup> )	30.50	20.63	Súrefni	13.09	3.78	Vextir	21.09	3.99		
Affgjald (kr/kWár)	8.000.000	Meðalþéttleiki (kg/m <sup>2</sup> )	Umbúðir og þökkun	60.00	17.31	Afskriftir	31.73	6.01		
Rafmagn (kr/kWst)	2.18	33.88	Annar kostnaður	7.01	2.02					
Súrefni (kr/kg)	20.00		Samtals	346.56	100.00	Samtals	527.99	100.00		
Þökkun (kr/kg)	35.00		Hlutfall af söliverði (%)	46.21		Hlutfall af söliverði (%)	70.40			
Umbúðir (kr/kg)	25.00									
Flutningur (kr/kg)	45.00									
Vextir af lánsfé (%)	12.00									
Umboðslaun (%)	4.00									

Peningaflæði														
	Ar 1	Ar 2	Ar 3	Ar 4	Ar 5	Ar 6	Ar 7	Ar 8	Ar 9	Ar 10	Ar 11	Ar 12	Ar 13	Ar 14
<b>Innborganir</b>														
Afurðasala			53.502	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008
Samtals innborganir	0	0	53.502	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008
<b>Útborganir</b>														
Fjárfestingar	94.240	188.480												
Laun	3.500	10.500	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000
Launatengd gjöld	1.050	3.150	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200
Seiði		15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300
Fóður		2.418	13.825	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437
Hiti	626	3.229	9.545	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080
Rafmagn		1.220	6.687	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015
Súrefni		1.253	2.846	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736
Þökkun			2.497	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987
Umbúðir			1.783	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134
Umboðslaun			2.140	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560
Flutningur			3.210	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840
Ýmiss kostnaður			2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Stjórnun		8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Víðhald			4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299
Tryggingar			3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Skattur							9.547	13.999	21.062	21.545	22.021	22.491	22.956	
Samtals útborganir	107.416	233.550	93.332	135.588	135.588	135.588	135.588	145.135	149.587	156.650	157.133	157.609	158.079	158.544
Mismunur	-107.416	-233.550	-39.830	78.420	78.420	78.420	78.420	68.873	64.421	57.358	56.875	56.399	55.929	55.644

Tafla 10. Rekstrarreikningur.

Rekstrarreikningur														
	Ár 1	Ár 2	Ár 3	Ár 4	Ár 5	Ár 6	Ár 7	Ár 8	Ár 9	Ár 10	Ár 11	Ár 12	Ár 13	Ár 14
<b>Rekstrartekjur</b>														
Afurðasala			53.502	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008
Samtals rekstrartekjur	0	0	53.502	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008	214.008
<b>Rekstrarsgjöld</b>														
Breytilegur kostnaður														
Laun	3.500	10.500	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000
Launatengd gjöld	1.050	3.150	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200
Seiði		15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300	15.300
Fóður		2.418	13.825	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437	20.437
Hiti	626	3.229	9.545	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080	12.080
Rafmagn		1.220	6.687	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015	10.015
Súrefni		1.253	2.846	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736	3.736
Þökkun			2.497	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987	9.987
Umbúðir			1.783	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134	7.134
Umboðslaun			2.140	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560	8.560
Flutningur			3.210	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840	12.840
Ýmiss kostnaður			2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Fastur kostnaður														
Stjórnun		8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Víðhald			4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299
Tryggingar			3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Samtals rekstrarsgjöld	13.176	45.070	93.332	135.588	135.588	135.588	135.588	135.588	135.588	135.588	135.588	135.588	135.588	135.588
Niðurstaða fyrir afskriftir	-13.176	-45.070	-39.830	78.420	78.420	78.420	78.420	78.420	78.420	78.420	78.420	78.420	78.420	78.420
Afskriftir af tekjum og búnaði			19.917	19.917	19.917	19.917	19.917	19.917	19.917	19.917	19.917	19.917	19.917	19.917
Afskriftir af byggingum			8.598	8.082	7.597	7.657	6.682	6.281	5.904	5.550	5.217	4.904	4.610	4.333
Samtals afskriftir	0	0	28.515	27.999	27.514	27.574	26.599	26.198	25.821	25.550	25.217	24.904	24.610	24.333
Niðurstaða fyrir fjármagnsgjöld	-13.176	-45.070	-68.345	50.421	50.906	50.846	51.821	52.222	52.599	52.870	53.203	53.516	53.810	54.087
Vextir af fjárfestingarláni		5.654	16.963	15.832	14.701	13.571	12.440	11.309	10.178	9.047	7.916	6.785	5.654	4.524
Vextir af rekstrarláni			3.408	2.726	2.045	1.363	682							
Samtals fjármagnsgjöld	0	5.654	16.963	19.240	17.427	15.616	13.803	11.991	10.178	9.047	7.916	6.785	5.654	4.524
Niðurstaða fyrir skatta	-13.176	-50.724	-85.308	31.181	33.479	35.230	38.018	40.231	42.421	44.613	46.803	49.011	51.219	53.427
Skattar								9.547	13.999	21.062	21.545	22.021	22.491	22.956
Lokaniðurstaða	-13.176	-50.724	-85.308	31.181	33.479	35.230	38.018	40.684	42.421	44.761	47.142	49.526	51.910	54.294

---

## 10. Heimildaskrá

- Albert K. Imsland 1997. Growth mechanisms in turbot (*Scophthalmus maximus* Rafinesque 1810): aspects of environmental and genetic regulation. Dr. scient. Thesis, University of Bergen, Norway.
- Anon. 1997. Report of the working group on marine fish culture. ICES CM 1997/F:7.
- Anon. 1998. Progress report of the working group on marine fish culture. ICES CM 1998/F:3.
- Anon. 1999. Progress report of the working group on marine fish culture. ICES CM 1999/F:3.
- Björn Björnsson 1994. Effects of stocking density on growth rate of halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) reared in large circular tanks for three years. *Aquaculture*, 123: 259-270.
- Brown, J. A. G., Jones, A. and Matty, A. J. 1984. Oxygen metabolism of farmed turbot (*Scophthalmus maximus*). The influence of fish size and water temperature on metabolic rate. *Aquaculture*, 36: 273-281.
- Gilles, B., Boujard, D. and Person-Le Ruyet, J. 1999. Control of the growth in turbot (*Psetta maxima*). Environment, development and growth of fishes. FSBI Symposium 58 July 1999, Univ. of St. Andrews, Scotland (book of abstracts).
- Gunnar Jónsson 1992. Íslenskir fiskar. Fjölvaútgáfan, Reykjavík.
- Person-Le Ruyet, J., Baudin-Laurencin, F., Devauchelle, N., Métailler, R., Nicolas, J-L., Robin, J. and Guillaume, J. 1991. Culture of turbot (*Scophthalmus maximus*). In *CRC Handbook of Mariculture* (J. P. McVey, ed.), pp. 21-41. CRC press, Boston.
- Klokseth, V. and Øiestad, V. 1999. Forced settlement of metamorphosing halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) in shallow raceways: growth pattern, survival, and behaviour. *Aquaculture* 176, 117-133.
- Nijhof, M. 1993. Research on nutrition and growth in the culture of post larval turbot (*Scophthalmus maximus* L.). In *Turbot Culture: Problem and Prospects* (Lavens, P. and Remmerswaal, R.A.M., eds.), pp. 137-165. European Aquaculture Society, Special publication no. 22, Ghent, Belgium.
- Øiestad, V. 1998. Shallow raceways as a solution to compact resource-maximizing farming procedure for marine fish species. ICES CM 1998/L:2.
-